

УДК 674.8-41.01

Р.А. Бояркина
(Свердловский институт
народного хозяйства)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОПЕРЕМЕННОГО КАПЕЛЬНО-ЖИДКОГО УВЛАЖНЕНИЯ И ВЫСУШИВАНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Периодическое кратковременное воздействие на образцы капельно-жидкого увлажнения используется для имитации поведения плитных материалов при их службе в условиях периодического смачивания и является весьма жестким [1]. Исследованию подвергались четыре типа плит. Материалы подбирались по принципу одного и того же назначения при возможно более близких структурных показателях. В дальнейшем эти материалы для простоты изложения закодированы под условными названиями: ЛУДП. ЛУДП, полученные в Шамарском леспрохове -А, ЛУДП, полученные на Херсонском ЦБК -В. Выбор этих материалов можно объяснить тем, что в настоящее время известно большое количество разных видов плитных ЛУДП, различающихся по породному составу сырья, а это обстоятельство неизбежно порождает и довольно существенное различие в некоторых параметрах (влажности сырья, температуры и продолжительности горячего прессования, давления) получения каждого из этих материалов.

Наряду с перечисленными выше ЛУДП, материалом для исследований явились плиты из сплавной еловой коры, спрессованные в лабораторных условиях Свердловского ЦДР - под кодом Д. Для сравнения были использованы также древесностружечные плиты Алапаевского ДЖК, под кодом С.

Исследование влияния попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания на свойства плитных материалов проводили по методике, разработанной в УЛТИ [1]. Периодичес-

кое кратковременное воздействие на образцы капельно-жидкого увлажнения производили путем многократного погружения в воду на 30 мин при температуре воды $10 \pm 2^\circ\text{C}$ с последующим подсушиванием в течение 25,5 ч при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$ с обдувом в шкафу. Размеры образцов по толщине, ширине, а также вес фиксировали до и после определенного числа циклов испытания. После каждого числа циклов образцы подвергали кондиционированию при относительной влажности воздуха $65 \pm 2\%$ и температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$ до равновесной влажности, а затем определяли показатели физико-механических свойств. Исследуемые материалы выдерживали при заданном режиме в течение 25, 50, 75 и 100 суток, обозначенных соответственно $\alpha, \beta, \gamma, \delta$.

Сравнение показателей физико-механических свойств осуществлялось на образцах, как покрытых эмалевой краской НЦ-25, так и без покрытия. Эксперименты проводили с использованием математического метода планирования экспериментов – латинского квадрата первого порядка размером 4×4 [2].

Параметрами оптимизации являлись предел прочности при статическом изгибе (σ_u) и разбухание образцов по толщине (Δh) и ширине (Δb). План и результаты экспериментов по определению параметров оптимизации образцов без покрытия представлены в табл. 1.

В табл. 2 показан суммарный дисперсионный анализ, в котором подтверждается гипотеза о значимости всех существующих эффектов взаимодействия. Сравнение различий средних значений по прочности приведено в табл. 3. Сравнения различий средних значений при разбухании по толщине являются везде значимыми, а при разбухании по ширине – везде незначимыми, поэтому в данной статье не показаны.

Результаты исследований, проведенных для плитных материалов без покрытия и покрытых эмалевой краской, отражены в табл. 4 и 5.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что в столь жестких условиях происходит значительное снижение всех показателей физико-механических свойств опробованных плит.

Таблица 1

План и результаты эксперимента

Материалы	А	В	С	Д
γ	6,70	4,10	9,70	0
	20,60	13,80	22,50	0
	1,60	1,50	1,51	0
δ	6,70	4,10	9,70	0
	21,20	14,60	23,00	0
	1,61	1,50	1,51	0
β	7,10	5,10	10,50	5,00
	20,50	12,60	22,00	21,60
	1,20	0,92	0,98	1,84
α	8,50	6,20	11,80	5,50
	7,70	7,20	18,60	16,50
	0,57	0,42	0,39	0,97

Примечание. 1^я строка соответствует значению предела прочности при статическом изгибе (МПа) ;

2^я строка – разбуханию по толщине образца (%);

3^я строка – разбуханию по ширине образца (%).

Предел прочности при статическом изгибе у одних и тех же исследуемых материалов после многократного капельно-жидкого увлажнения и высушивания снижается, причем степень снижения резко различна у плит, не покрытых и покрытых лакокрасочными материалами. Показано, что у плитных материалов без защитного покрытия уже через 25 циклов испытаний прочность снизилась: типа А – на 56, типа В – на 65, типа С – на 47, типа Д – на 68%. У плит типов А, В, С стабилизация прочности наблюдается после 50 циклов, и к концу испытаний непокрытые плиты потеряли прочность: типа А – на 64, типа В – на 75, типа С – на 57%. Плиты типа Д не выдержали и 50 циклов, они разру-

жились после 59 циклов испытаний. У того же материала с лакокрасочным покрытием прочность после 100 циклов испытаний снизилась соответственно на 34,5; 33,3; 35,5 и 38,5%.

Можно полагать, что главной причиной ухудшения показателей физико-механических свойств исследуемых материалов являются напряжения усушки и разбухания, разрушающие связи между древесными частицами. По этой причине и происходит увеличение водопоглощения и разбухания по толщине и ширине опытных образцов по сравнению с контрольными, а также снижение плотности и твердости (табл.4,5).

Таблица 2

Дисперсионный анализ

источник дисперсии	число степеней свободы	Сумма квадратов	Средний квадрат	критерий Фишера
А ₁ Строка	3	216,6690 1205,2000 9,8675	72,2230 401,7000 3,2891	18,8080 ^ж 436,0000 ^ж 25,5007 ^ж
В ₁ Столбец	3	1488,1690 2482,2000 6,3215	496,0560 1160,7000 2,1071	129,1812 ^ж 1258,0000 ^ж 16,2084 ^ж
Остаток (ошибка)	6	71,9560 4285,3000 54,5920	11,9926 714,0500 9,0987	3,1251 774,0000 ^ж 44,5484 ^ж
Внутри ячейки	144	3,5400 132,9500 0,1920	0,0243 0,9230 0,0013	

Примечания. 1^я строка относится к расчетным данным предела прочности при статическом изгибе;
 2^я строка - к разбуханию по толщине;
 3^я строка - к разбуханию по ширине;
 ж - значимые различия.

Таблица 3

Сравнение различий средних значений
по прочности

	A _г	A _д	A _р	B _г	B _д	B _р	B _д	C _г	C _д	C _р	C _д	D _г	D _д	D _р	D _д
A _г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
A _д		-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
A _р			-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-
A _д				+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-
B _г					-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
B _д						-	-	+	+	+	+	+	+	-	-
B _р							-	+	+	+	+	+	+	-	-
B _д								-	+	+	+	+	+	+	-
C _г									-	-	-	+	+	+	-
C _д										-	-	+	+	+	+
C _р											-	+	+	+	+
C _д												+	+	+	+
D _г													-	-	+
D _д														-	+
D _р															-

Таблица 4

Физико-механические свойства
плитных материалов (без покрытия) при воздействии на них
попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания

Показатели	Вид матери- ала	Началь- ный конт- роль	Число циклов			
			25	50	75	100
Предел прочно- сти при стати- ческом изгибе, МПа	A	18,9	8,3	7,2	6,7	6,7
	B	17,0	6,2	5,1	4,1	4,2
	C	22,4	11,8	10,5	9,7	9,7
	D	17,0	5,5	3,0	-	-
Водопоглоще- ние, %	A	12,1	24,7	45,3	52,7	54,0
	B	9,9	19,0	40,7	42,9	44,3
	C	69,7	77,1	80,7	78,2	84,4
	D	13,4	30,7	57,0	-	-

Продолжение табл. 4

Показатели	Вид матери- ала	Началь- ный конт- роль	Число циклов			
			25	50	75	100
Разбухание по толщине, %	А	7,0	7,7	20,3	20,6	21,2
	В	7,0	7,2	12,6	13,8	14,6
	С	12,4	18,6	22,0	22,5	23,0
	Д	10,1	16,5	21,6	-	-
Разбухание по ширине, %	А	0,40	0,57	1,20	1,60	1,61
	В	0,37	0,42	0,92	1,30	1,29
	С	0,15	0,39	0,58	1,51	1,53
	Д	0,60	0,97	1,84	-	-
Плотность, кг/м ³	А	1100	1030	780	700	690
	В	1150	1000	950	800	900
	С	640	590	480	460	450
	Д	1150	1000	800	-	-
Влажность в момент испи- тания, %	А	6,0	5,8	6,1	6,8	6,3
	В	6,0	5,6	6,0	6,6	6,6
	С	7,6	12,4	12,5	13,8	15,1
	Д	6,0	7,3	6,4	-	-
Твердость по Роквеллу, МПа	А	110	76	45	35	35
	В	110	77	66	55	55
	С	25	20	18	12	12
	Д	100	72	35	-	-

Таблица 5

Физико-механические свойства
плитных материалов, покрытых эмалевой краской, при воздействии
на них попеременного капельно-жидкого увлажнения и высушивания

Показатели	Вид матери- ала	Началь- ный конт- роль	Число циклов			
			25	50	75	100
Предел прочно- сти при стати- ческом изгибе, МПа	А	17,5	15,5	13,3	11,9	11,5
	В	15,0	12,4	11,6	10,2	10,0
	С	19,5	17,3	15,0	13,5	13,0
	Д	17,0	15,0	12,3	10,9	10,5
Водопоглоще- ние, %	А	3,7	3,9	4,5	4,7	4,6
	В	3,1	3,3	3,7	4,1	4,0
	С	4,1	4,5	5,0	5,3	5,4
	Д	3,9	4,2	5,0	5,7	6,2
Разбухание по толщине, %	А	0,4	0,6	2,9	4,5	4,3
	В	0,3	0,6	2,6	3,4	3,3
	С	0,5	0,7	3,2	4,4	4,4
	Д	0,6	0,9	3,3	5,2	5,3
Разбухание по ширине, %	А	0,19	0,50	0,80	0,81	0,80
	В	0,19	0,46	0,78	0,80	0,80
	С	0,19	0,60	0,90	0,91	0,90
	Д	0,20	0,70	1,05	1,15	1,15
Плотность, кг/м ³	А	1100	1120	1050	1080	1080
	В	1100	1080	1030	1000	1000
	С	680	675	670	660	660
	Д	1250	1150	1100	1000	1000
Влажность в мо- мент испытания, %	А	7,5	7,8	8,1	8,0	8,2
	В	7,1	7,3	7,3	7,6	7,8
	С	8,2	8,0	7,8	7,5	7,5
	Д	8,0	7,8	7,6	7,1	7,1
Твердость по Роквеллу, МПа	А	110	100	90	80	80
	В	100	90	82	80	80
	С	27	25	23	20	20
	Д	100	90	80	70	70

Анализируя данные, полученные в ходе этого исследования, можно сделать следующие выводы.

1. Влияние циклического капельно-жидкого увлажнения и высушивания на все показатели физико-механических свойств объясняется разрушающим воздействием многократно чередующихся, приложенных в противоположных направлениях напряжений усушки и набухания.

2. Покрытие эмалевой краской НЦ-23 значительно улучшает показатели физико-механических свойств плитных материалов, подвергнутых многократному капельно-жидкому увлажнению и высушиванию. Это объясняется тем, что за время нахождения образцов в воде, через толщу краски успевает проникнуть влаги меньше, чем у незащищенных образцов, находившихся в тех же условиях.

3. Основываясь на том, что в столь жестких испытаниях как капельно-жидкое увлажнение и высушивание, ЛУДП и ДСтП, покрытые одними и теми же лакокрасочными материалами, ведут себя практически одинаково, можно с достаточной уверенностью прогнозировать возможность и целесообразность использования ЛУДП во всех тех областях, где применяются ДСтП, в частности, в производстве мебельных и строительных изделий. Нет сомнений в том, что по эксплуатационной надежности, даже в жестких условиях эксплуатации, изделия с использованием ЛУДП окажутся не менее стойкими по сравнению с аналогичными изделиями из ДСтП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берсенов А.П. Методы исследования ускоренного старения плит из древесных частиц. - В кн.: Труды УЛТИ, вып. 20. Свердловск, изд. УЛТИ, 1969.

2. Руководство по применению латинских планов при планировании эксперимента с качественными факторами. Челябинск, Южно-Уральское кн. изд-во, 1971.